

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-146665

(43)Date of publication of application : 28.05.1999

(51)Int.Cl.

H02N 2/00

AB

(21)Application number : 09-304068

(71)Applicant : JAPAN SCIENCE &  
TECHNOLOGY CORP

(22)Date of filing : 06.11.1997

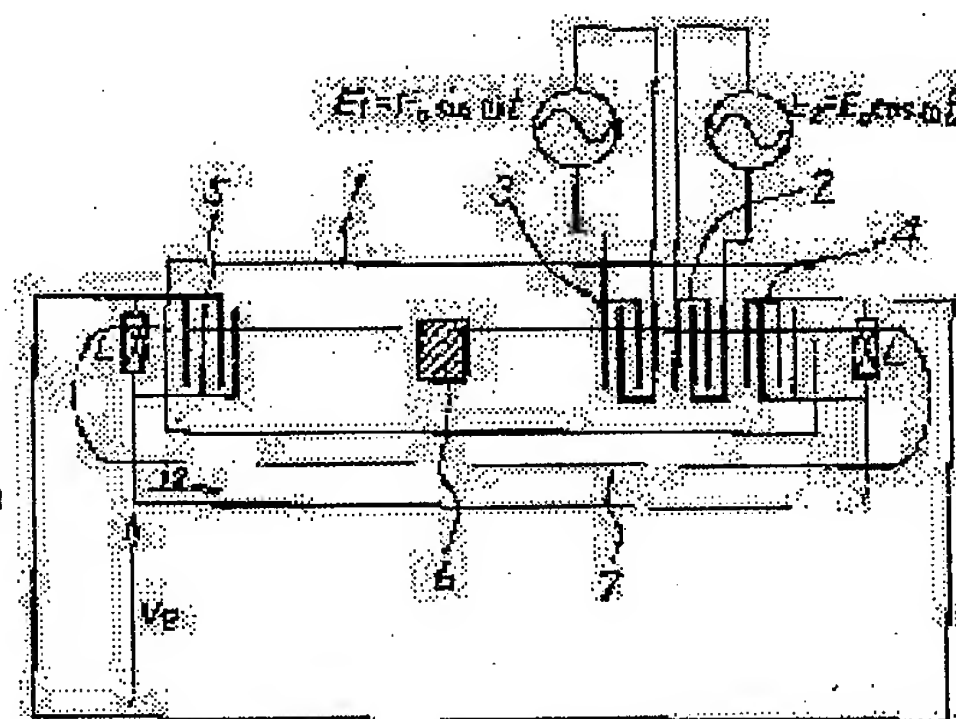
(72)Inventor : HIGUCHI TOSHIRO  
KUROSAWA MINORU

## (54) DRIVING DEVICE FOR SURFACE ACOUSTIC WAVE MOTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a driving device for a surface acoustic wave motor which can excite surface acoustic waves with power which is smaller than the conventional example by two or three digits, by returning the energy of acoustic waves propagated through a substrate without absorbing the energy at both end sections of the substrate.

SOLUTION: A driving device is provided with unidirectional comb-shaped electrodes 4 and 5 which are not connected to external electrodes arranged on both sides of a surface acoustic wave element 1, but only perform electromechanical conversion, and comb-shaped electrodes 2 and 3 for energy supplement which are arranged between the electrodes 4 and 5 on both sides of the element 1 and connected to the external electrodes. The driving circuit can always maintain constant elastic oscillation, because the consumed power is supplied from the electrodes 2 and 3 by utilizing returned energy 7.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-146665

(43) 公開日 平成11年(1999) 5月28日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>  
H 0 2 N 2/00

識別記号

F I  
H 0 2 N 2/00

C

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-304068

(22) 出願日 平成9年(1997)11月6日

(71) 出願人 396020800

科学技術振興事業団

埼玉県川口市本町4丁目1番8号

(72) 発明者 樋口 俊郎

神奈川県横浜市都筑区荏田東3-4-26

(72) 発明者 黒沢 実

神奈川県横浜市青葉区すすき野1-6-11

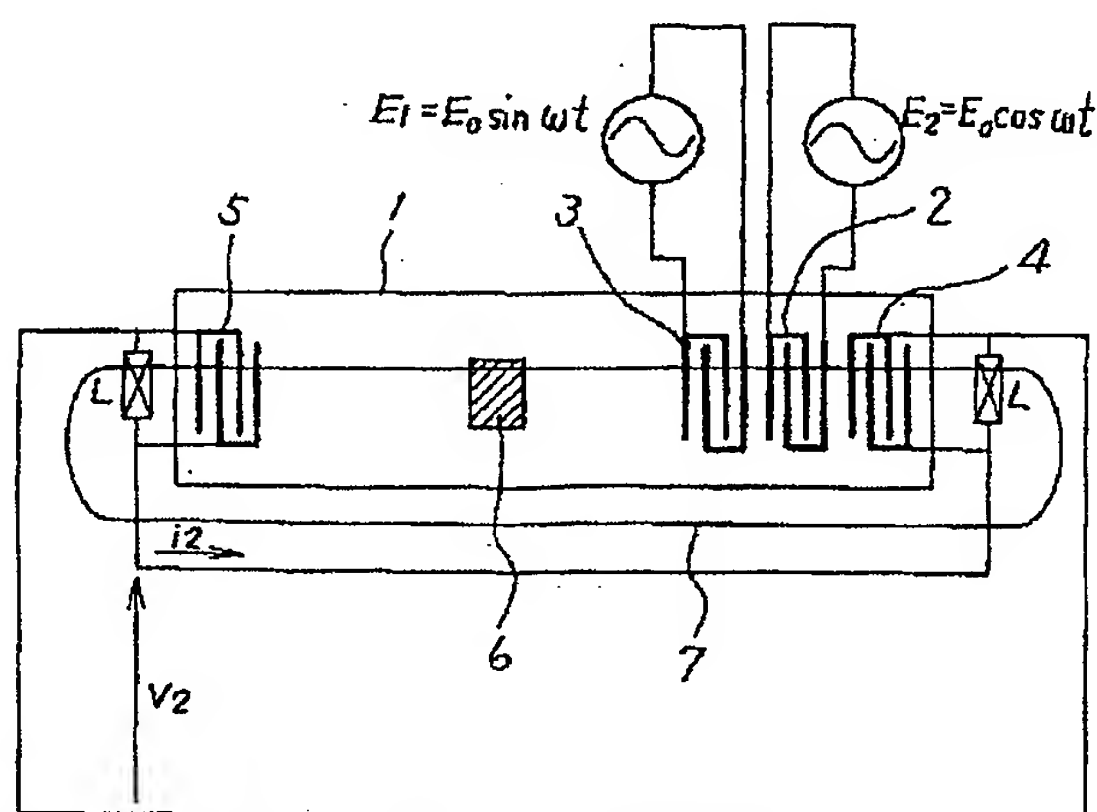
(74) 代理人 弁理士 清水 守

(54) 【発明の名称】 弾性表面波モータの駆動装置

(57) 【要約】

【課題】 基板を伝搬していった弾性波のエネルギーを両端部で吸収することなく、エネルギーを還流することにより、これまでより、2桁から3桁小さなパワーで弾性表面波を励振することができる弾性表面波モータの駆動装置を提供する。

【解決手段】 弾性表面波モータの駆動装置において、弾性表面波素子1の両側に配置される外部電極に接続されずに電気・機械変換のみを行う一方向性楕形電極4, 5と、弾性表面波素子1の両側の前記一方向性楕形電極4, 5間に配置される外部電極に接続されたエネルギー補填用楕形電極2, 3とを備え、エネルギーの還流7により、消費された分のパワーは前記エネルギー補填用楕形電極2, 3から供給され、常に一定の弾性振動を維持する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 弾性表面波モータの駆動装置において、

(a) 弾性表面波素子の両側に配置される外部電源に接続されずに電気・機械変換のみを行う一方向性楕形電極と、(b) 前記弾性表面波素子の両側の一方向性楕形電極間に配置される外部電源に接続されたエネルギー補填用楕形電極とを備え、(c) エネルギーの還流により、消費された分のパワーは前記エネルギー補填用楕形電極から供給され、常に一定の弾性振動を維持することを特徴とする弾性表面波モータの駆動装置。

【請求項2】 弾性表面波モータの駆動装置において、

(a) 第1の弾性表面波素子の両側に配置される外部電源に接続されずに電気・機械変換のみを行う一方向性楕形電極と、(b) 前記第1の弾性表面波素子の両側の一方向性楕形電極間に配置される外部電源に接続されたエネルギー補填用楕形電極と、(c) 第2の弾性表面波素子の両側に配置される外部電源に接続されずに電気・機械変換のみを行う一方向性楕形電極とを備え、(d) 前記第1の弾性表面波素子と前記第2の弾性表面波素子の直列接続によるエネルギーの還流により、消費された分のパワーは前記エネルギー補填用楕形電極から供給され、常に一定の弾性振動を維持することを特徴とする弾性表面波モータの駆動装置。

【請求項3】 弾性表面波モータの駆動装置において、

(a) 第1の弾性表面波素子の両側に配置される外部電源に接続されずに電気・機械変換のみを行う一方向性楕形電極と、(b) 前記第1の弾性表面波素子の両側の一方向性楕形電極間に配置される外部電源に接続された第1のエネルギー補填用楕形電極と、(c) 第2の弾性表面波素子の両側に配置される外部電源に接続されずに電気・機械変換のみを行う一方向性楕形電極と、(d) 前記第2の弾性表面波素子の両側の一方向性楕形電極間に配置される外部電源に接続された第2のエネルギー補填用楕形電極とを備え、(e) 前記第1の弾性表面波素子と前記第2の弾性表面波素子の直列接続によるエネルギーの還流により、消費された分のパワーは前記エネルギー補填用楕形電極から供給され、常に一定の弾性振動を維持することを特徴とする弾性表面波モータの駆動装置。

【請求項4】 弾性表面波モータの駆動装置において、

(a) 弾性表面波素子上に配置される励振用楕形電極と、(b) 該励振用楕形電極の両側に配置されるとともに、振動の還流を生じるように2段に配置される傾斜方向の反射電極とを備え、(c) エネルギーの還流により、消費された分のパワーは前記励振用楕形電極から供給され、常に一定の弾性振動を維持することを特徴とする弾性表面波モータの駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、弾性表面波モータ

の駆動装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、このような分野の技術としては、例えば、本願発明者によって既に提案されている弾性表面波モータがある（例えば、特開平9-233865号公報参照）。図5はかかる従来の弾性表面波モータの構成図である。

【0003】 この弾性表面波モータは、厚さ1~2mm程度以下、幅数mm、長さ数cm程度あるいはそれ以下の寸法で実現できるリニアアクチュエータである。図5に示すように、駆動電極(IDT)102を有する弾性表面波素子101と、この弾性表面波素子101上にセットされる移動子103を設け、この移動子103には予め圧力Nを加えるようにしている。

【0004】 この弾性表面波モータは、高速、高応答、高推力な小型リニアモータとして期待され、優れた動作特性が実現されている。移動速度としては、1m/秒が実現されており、自重の30倍以上の推力を発生できることが実証されている。図6はかかる従来の弾性表面波モータの原理を説明する図であり、図6(a)はその弾性表面波モータの正面図、図6(b)はその弾性表面波モータの平面図、図6(c)は図6(a)の左側面図である。なお、図5と同じ部分については、同じ符号を付して、それらの説明は省略している。

【0005】 これらの図において、104はガイド、105はばねである。これまで、弾性表面波モータのステータ振動子の駆動には、一つの楕形電極(IDT)が用いられてきた。通常、長方形の圧電基板の両端部に一つずつのIDTが設置され、一方の電極に高周波電力を供給することにより、スライダの移動を実現していた。また、反対方向に移動させる場合は、他方の電極を駆動することにより、移動方向の切り替えを行っていた。

【0006】 しかし、この方法では、弾性表面波の進行波を励振するため、電極より励振された弾性表面波のエネルギーを、基板両端部で完全に吸収させなくてはならない。さもないと、基板全体に定在波が励振されてしまい、モータを実現することはできない。そこで、図7及び図8に示すような回路により、駆動電極と反対側の電極は受波電極として、整合をとることにより、波を完全に吸収するようにしている。駆動エネルギーの90%以上が外部の抵抗で吸収されることになる。

【0007】 図7は従来の弾性表面波の進行波の励振回路を示す図、図8は従来の2つの電源を用いた進行波の励振回路を示す図である。図7において、201は弾性表面波素子、202は駆動電極(IDT)、203は受波電極(IDT)であり、弾性表面波の進行波の励振は、整合負荷による電極は共に一方向性電極となり、 $V_1/i_1 = V_2/i_2 = R$ の関係が成り立つ。

【0008】 図8において、301は弾性表面波素子、302は駆動電極(IDT)、303は受波電極(IDT)



T)であり、負荷側の電圧／電流が、図7に示した整合条件を満足するような、 $E_1 + E_2 = E_0$ の関係で、駆動電圧を決める。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】ここで、問題になるのは、弾性表面波を高周波電力と駆動電極を用いて励振する際のエネルギー効率が著しく低い状態にあることである。この原因は、一旦励振された弾性振動のエネルギーの多くの部分が、モータの動作に使われずに、基板端部で吸収されてしまうからである。

【0010】その結果、非常に大きな駆動電力を必要とした。また振動のエネルギーを基板上の吸収体により吸収し、定在波が起きないようにしていたため発熱が大きく、連続的な駆動が困難な状況であった。そこで、本発明は、上記問題点を除去し、基板を伝搬していった弾性波のエネルギーを両端部で吸収することなく、エネルギーを還流することにより、これまでより、2桁から3桁小さなパワーで弾性表面波を励振することができる弾性表面波モータの駆動装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するために、

〔1〕弾性表面波モータの駆動装置において、弾性表面波素子の両側に配置される外部電源に接続されずに電気・機械変換のみを行う一方向性楕形電極と、前記弾性表面波素子の両側の一方向性楕形電極間に配置される外部電源に接続されたエネルギー補填用楕形電極とを備え、エネルギーの還流により、消費された分のパワーは前記エネルギー補填用楕形電極から供給され、常に一定の弾性振動を維持するようにしたものである。

【0012】〔2〕弾性表面波モータの駆動装置において、第1の弾性表面波素子の両側に配置される外部電源に接続されずに電気・機械変換のみを行う一方向性楕形電極と、前記第1の弾性表面波素子の両側の一方向性楕形電極間に配置される外部電源に接続されたエネルギー補填用楕形電極と、第2の弾性表面波素子の両側に配置される外部電源に接続されずに電気・機械変換のみを行う一方向性楕形電極とを備え、前記第1の弾性表面波素子と前記第2の弾性表面波素子の直列接続によるエネルギーの還流により、消費された分のパワーは前記エネルギー補填用楕形電極から供給され、常に一定の弾性振動を維持するようにしたものである。

【0013】〔3〕弾性表面波モータの駆動装置において、第1の弾性表面波素子の両側に配置される外部電源に接続されずに電気・機械変換のみを行う一方向性楕形電極と、前記第1の弾性表面波素子の両側の一方向性楕形電極間に配置される外部電源に接続された第1のエネルギー補填用楕形電極と、第2の弾性表面波素子の両側に配置される外部電源に接続されずに電気・機械変換のみを行う一方向性楕形電極と、前記第2の弾性表面波素

子の両側の一方向性楕形電極間に配置される外部電源に接続された第2のエネルギー補填用楕形電極とを備え、前記第1の弾性表面波素子と前記第2の弾性表面波素子の直列接続によるエネルギーの還流により、消費された分のパワーは前記エネルギー補填用楕形電極から供給され、常に一定の弾性振動を維持するようにしたものである。

【0014】〔4〕弾性表面波モータの駆動装置において、弾性表面波素子上に配置される励振用楕形電極と、この励振用楕形電極の両側に配置されるとともに、振動の還流を生じるように2段に配置される傾斜方向の反射電極とを備え、エネルギーの還流により、消費された分のパワーは前記励振用楕形電極から供給され、常に一定の弾性振動を維持するようにしたものである。

【0015】なお、ここで、一方向性楕形電極とは、楕形電極のみもしくは楕形電極と反射器を含むものである。このように、本発明によれば、弾性表面波を駆動するにあたり、駆動に用いられる高周波電力を効率よく利用することにより、実用的で効率の高いモータを実現することができる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照しながら詳細に説明する。図1は本発明の第1実施例を示す弾性表面波モータの駆動装置の平面図である。この図に示すように、弾性表面波素子1上には、電気・機械変換のみを行う一方向性楕形電極(IDT)4、5とエネルギー補填用楕形電極(IDT)2、3を別に設置するようにしている。また、6はスライダーである。なお、ここで、一方向性楕形電極とは、楕形電極のみもしくは楕形電極と反射器を含むものである。

【0017】そこで、前記エネルギー補填用楕形電極2には電源 $E_2 = E_0 \cos \omega t$ 、前記エネルギー補填用楕形電極3には電源 $E_1 = E_0 \sin \omega t$ が接続されており、2つの同等な電源 $E_1 = E_0 \sin \omega t$ と $E_2 = E_0 \cos \omega t$ を用いた進行波の励振回路となっている。このように構成したので、負荷側の電圧／電流( $v_2 / i_2$ )の整合条件は、振動子の対象性相対性から自然に満足される。

【0018】まず、図7を用いて整合条件を述べる。図7の駆動用電極IDT2,02の駆動周波数における電気アドミタンスを $Y = G + jB$ と表すと、 $G$ がモーションアルアドミタンス、 $B$ が制動サセプタンスである。外付けの抵抗 $R$ とインダクタンス $L$ は、 $R = 1/G$ 、 $\omega L = 1/b$ とすることで、整合条件が満足される。したがって、受波側の電極に接続すべき抵抗値と、駆動側電極の駆動インピーダンスの抵抗成分の値は、両方の電極形状が同一であれば、原理的に、 $V_1 / i_1 = V_2 / i_2 = R$ が成り立って、両者とも同じ値となり、整合条件を満足する。回路図中の $L$ は、楕形電極の制動容量を打ち消して、インピーダンス整合を取るためのインダクタンス

である。整合条件は、駆動周波数を  $f$ 、楕円電極の制動容量を  $C$  とすると、

$$f = 1 / [2\pi (LC)^{1/2}]$$

となる。この条件を満足するような  $L$  を電極と並列に挿入することにより、インピーダンスの虚部の整合が取れる。インピーダンスの虚数部分のみをインダクタンスで打ち消すことで、整合条件は満たされることになるので、図1に示すような接続により、受波側電極5につなぐべき抵抗値は、駆動側電極4の駆動抵抗値として、整合が取れた状態で、エネルギーの還流が可能となる。電極4および5に接続されたインダクタンス  $L$  は、それぞれの電極の制動容量によるサセプタンス分を打ち消すためのものである。

【0019】ここで、駆動電極は通常のIDTであり、IDTの間隔を  $3/4$  波長とすると、図1によれば、左方向へ波が伝播する。また、駆動電源のどちらか一方の位相を反転することで、波の伝搬方向を逆向きとすることができる。したがって、エネルギー補填用楕円電極2、3、振動を電力に変換する一方向性楕円電極4、5を用いて、エネルギーの還流7を行い、そのエネルギーの損失分のみをエネルギー補填用楕円電極2、3を用いて補填するようにしたので、エネルギーが局所的に蓄積しないために、発熱が防止され、供給するエネルギーが少ないことから、小型の電源で動作させることができる。

【0020】図2は本発明の第2実施例を示す弾性表面波モータの駆動装置の平面図である。この図に示すように、この実施例では、弾性表面波素子1上には、電気・機械変換のみを行う一方向性楕円電極4、5と、エネルギー補填用楕円電極2、3を別に設置するようにしている。つまり、2つの同等な電源  $E_1 = E_0 \sin \omega t$  と  $E_2 = E_0 \cos \omega t$  を用いた進行波の励振回路となっている。なお、14はスライダである。

【0021】更に、弾性表面波素子11を配置して、電気・機械変換のみを行う一方向性楕円電極12、13を設けるようにしている。このように、第2実施例によれば、エネルギー補填用楕円電極2、3、振動を電力に変換する一方向性楕円電極4、5、12、13を用いて、エネルギーの還流15を行い、そのエネルギーの損失分のみをエネルギー補填用楕円電極2、3を用いて補填するようにしたので、エネルギーが局所的に蓄積しないために、発熱が防止され、供給するエネルギーが少ないことから、小型の電源で動作させることができる。

【0022】図3は本発明の第3実施例を示す弾性表面波モータの駆動装置の構成図であり、図3(a)はその弾性表面波モータの駆動装置の平面図、図3(b)はその弾性表面波モータの駆動装置の側面図である。この図に示すように、この実施例では、弾性表面波素子21上には、電気・機械変換のみを行う一方向性楕円電極23、24とエネルギー補填用楕円電極22を別に設置す

るようにしている。

【0023】更に、弾性表面波素子31を配置して、電気・機械変換のみを行う一方向性楕円電極33、34を設けるとともに、エネルギー補填用楕円電極(IDT)32を別に設置するようにしている。そして、エネルギー補填用楕円電極22には電源  $E_2 = E_0 \cos \omega t$  を、エネルギー補填用楕円電極32には電源  $E_1 = E_0 \sin \omega t$  を、それぞれ接続するようにしている。

【0024】これらの弾性表面波素子21と31を挟むようにしてスライダ35が設けられるようになっている。このように、第3実施例によれば、エネルギー補填用楕円電極22、32、振動を電力に変換する一方向性楕円電極23、24、33、34を用いて、エネルギーの還流36を行い、そのエネルギーの損失分のみをエネルギー補填用楕円電極22、32を用いて補填するようにしたので、エネルギーが局所的に蓄積しないために、発熱が防止され、供給するエネルギーが少ないことから、小型の電源で動作させることができる。

【0025】また、図3(b)に示すように、2枚の基板を用いた構成とすると、ガイドに大きな力がかからないため、スライダで基板を挟み込むだけの簡単な構成でよく、この場合、2枚の基板は図3(a)では全く同じものが使用できるので、生産性がよく、簡単な構成で2倍の推力を取り出すことができる。図4は本発明の第4実施例を示す弾性表面波モータの駆動装置の平面図である。

【0026】この図において、41は弾性表面波素子、42、43は励振楕円電極、44～47は斜め方向への反射器(反射電極)、48はスライダ、49はエネルギーの還流を示している。この実施例は、機械的にエネルギーの還流を行う方式であり、励振楕円電極42、43を配置するとともに、2段に両側に斜め方向への反射器44、45、46、47を配置して、機械的に振動を還流49して、効率良く表面波を励振することができる。

【0027】これまでの弾性表面波モータを駆動するには、電圧で100V程度、電力では100W程度の入力が必要としていたが、上記のように構成したので、エネルギーの還流を行うことにより、損失分のみを補ってやればよいようになるので、この電力が  $1/100$  から  $1/1000$  程度に小さくなる。駆動電圧としては、10V以下の低い電圧での駆動が可能となる。

【0028】なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。

【0029】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明によれば、弾性表面波基板を伝搬していった弾性波のエネルギーを両端部で吸収することなく、エネルギーを還流

することにより、これまでの2桁から3桁小さなパワーで弾性表面波を励振することが可能となり、効率の向上と、連続的動作の実現が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例を示す弾性表面波モータの駆動装置の平面図である。

【図2】本発明の第2実施例を示す弾性表面波モータの駆動装置の平面図である。

【図3】本発明の第3実施例を示す弾性表面波モータの駆動装置の構成図である。

【図4】本発明の第4実施例を示す弾性表面波モータの駆動装置の平面図である。

【図5】従来の弾性表面波モータの構成図である。

【図6】従来の弾性表面波モータの原理を説明する図である。

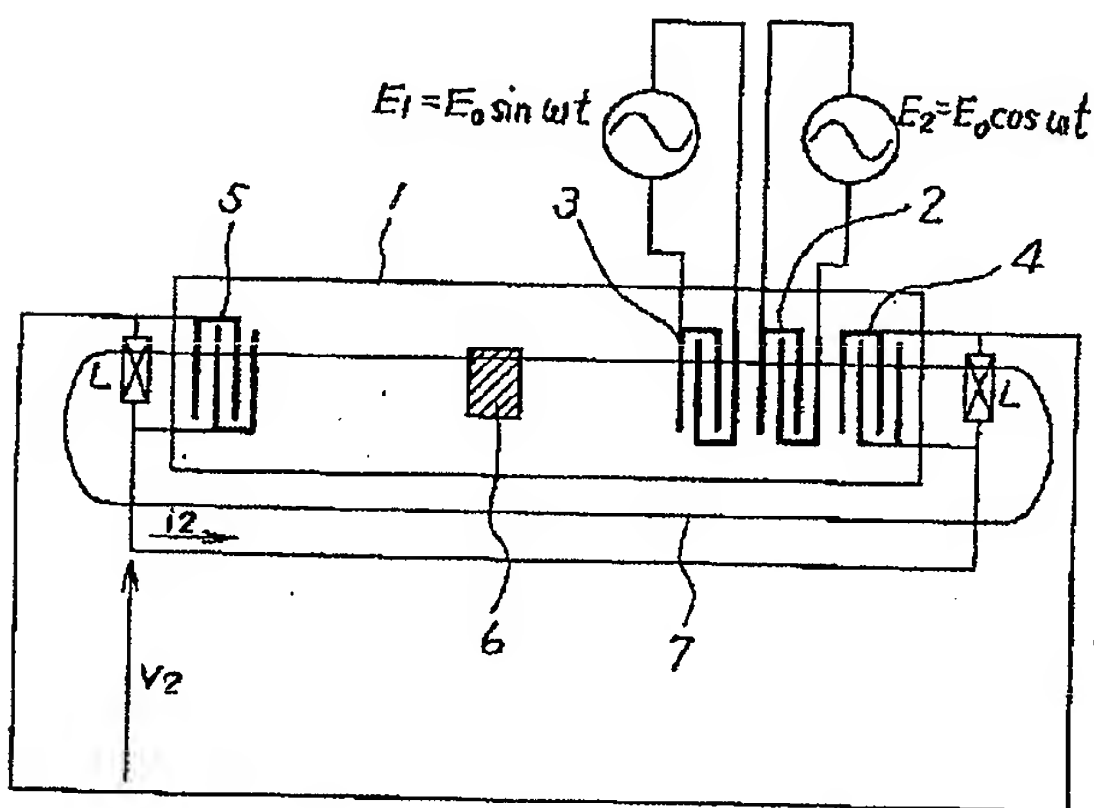
【図7】従来の弾性表面波の進行波の励振回路を示す図である。

【図8】従来の2つの電源を用いた進行波の励振回路を示す図である。

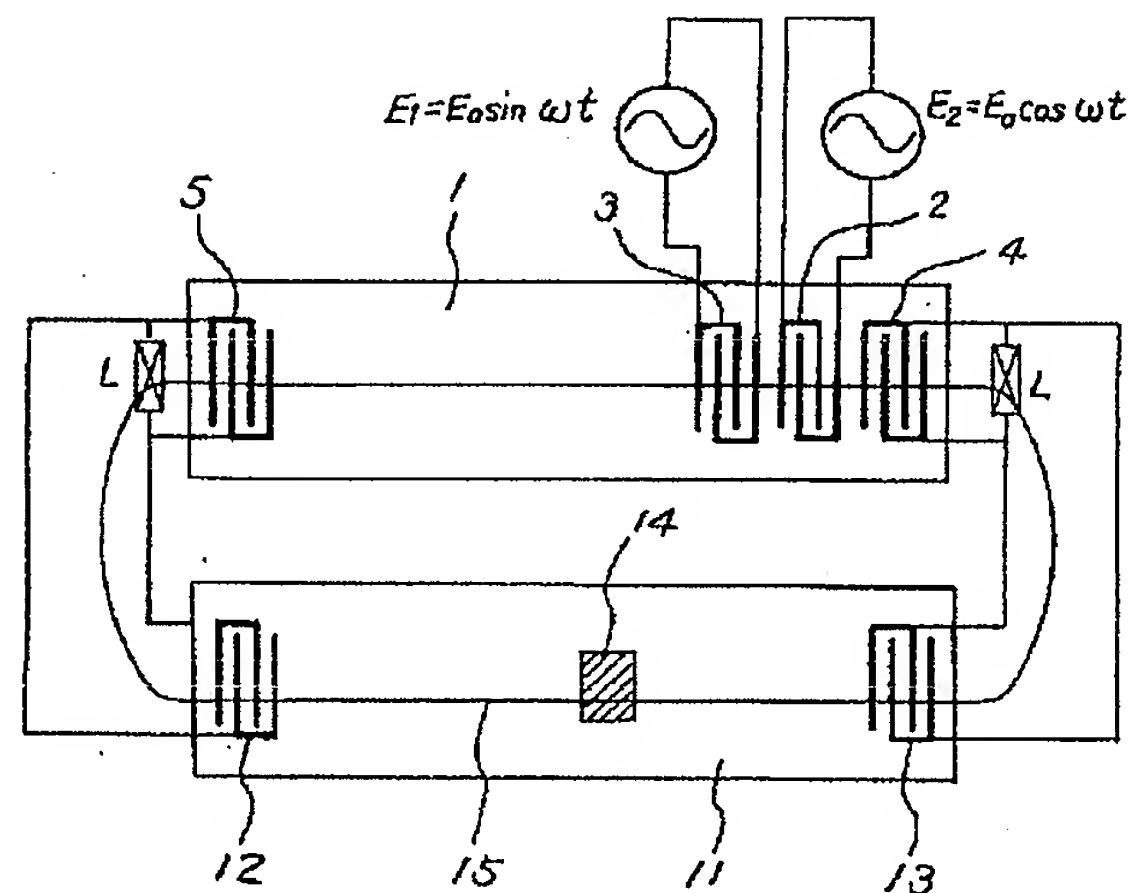
【符号の説明】

- 1, 11, 21, 31, 41 弾性表面波素子  
 2, 3, 22, 32 エネルギー補填用楕形電極 (IDT)  
 4, 5, 12, 13, 23, 24, 33, 34 一方方向性楕形電極 (IDT)  
 6, 14, 35, 48 スライダー  
 7, 15, 36, 49 エネルギーの還流  
 42, 43 励振楕形電極  
 44~47 斜め方向への反射器 (反射電極)

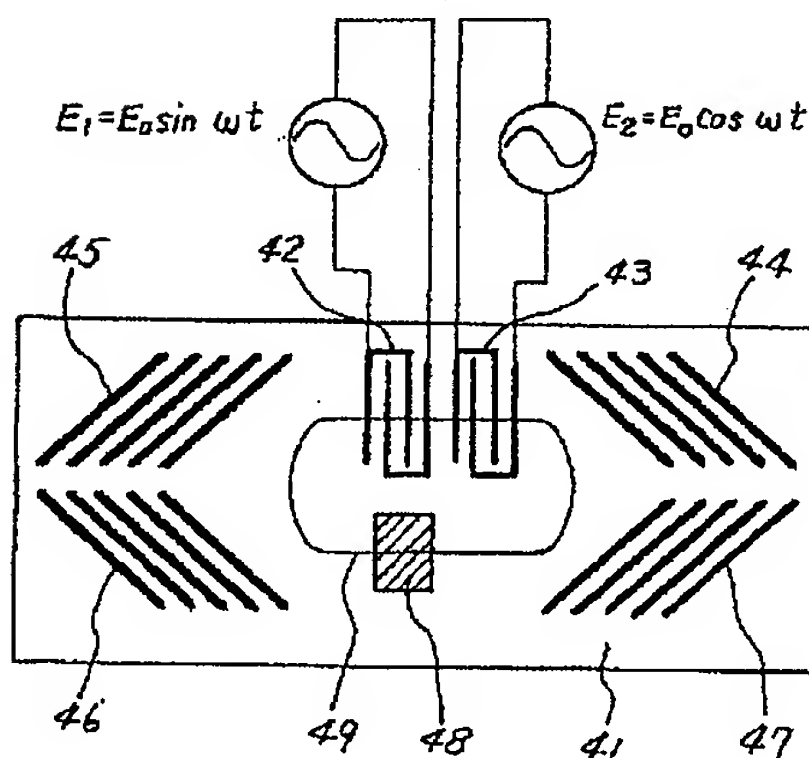
【図1】



【図2】



【図4】



【図5】

